

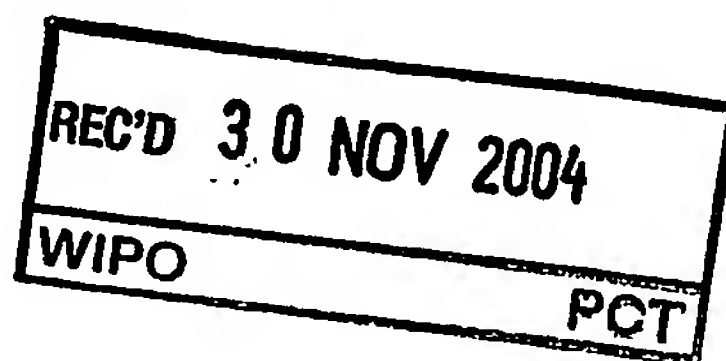
IB/2004/052536



Europäisches
Patentamt

European
Patent Office

Office européen
des brevets



Bescheinigung

Certificate

Attestation

Die angehefteten Unterla-
gen stimmen mit der
ursprünglich eingereichten
Fassung der auf dem näch-
sten Blatt bezeichneten
europäischen Patentanmel-
dung überein.

The attached documents
are exact copies of the
European patent application
described on the following
page, as originally filed.

Les documents fixés à
cette attestation sont
conformes à la version
initialement déposée de
la demande de brevet
européen spécifiée à la
page suivante.

Patentanmeldung Nr. Patent application No. Demande de brevet n°

03104569.3 ✓

BEST AVAILABLE COPY

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Der Präsident des Europäischen Patentamts;
Im Auftrag

For the President of the European Patent Office

Le Président de l'Office européen des brevets
p.o.

R C van Dijk



Europäisches
Patentamt

European
Patent Office

Office européen
des brevets

Anmeldung Nr:

Application no.: 03104569.3 ✓

Demande no:

Anmeldetag:

Date of filing: 08.12.03 ✓

Date de dépôt:

Anmelder/Applicant(s)/Demandeur(s):

Philips Intellectual Property & Standards
GmbH

20099 Hamburg

ALLEMAGNE

Koninklijke Philips Electronics N.V.

Groenewoudseweg 1

5621 BA Eindhoven

PAYS-BAS

Bezeichnung der Erfindung/Title of the invention/Titre de l'invention:

(Falls die Bezeichnung der Erfindung nicht angegeben ist, siehe Beschreibung.

If no title is shown please refer to the description.

Si aucun titre n'est indiqué se référer à la description.)

Schaltungsanordnung zum Verstimmen eines Resonanzkreises eines MR-Gerätes

In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed / Priorité(s)
revendiquée(s)

Staat/Tag/Aktenzeichen/State/Date/File no./Pays/Date/Numéro de dépôt:

Internationale Patentklassifikation/International Patent Classification/
Classification internationale des brevets:

G01R33/36

Am Anmeldetag benannte Vertragstaaten/Contracting states designated at date of
filing/Etats contractants désignées lors du dépôt:

AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IT LU MC NL
PT RO SE SI SK TR LI

BESCHREIBUNG

Schaltungsanordnung zum Verstimmen eines Resonanzkreises eines MR-Gerätes

Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung für ein MR-Gerät, mit einem Resonanzkreis, der durch eine MR-Empfangsspule und eine Kapazität gebildet wird, und mit
5 einer elektronischen Steuerungsschaltung zum Umschalten des Resonanzkreises zwischen zwei oder mehr Betriebsmodi.

Außerdem betrifft die Erfindung ein MR-Gerät mit einer Schaltungsanordnung gemäß der Erfindung und ein MR-Verfahren unter Verwendung eines solchen MR-Geräts.

10

Es sind vor allem für die medizinische Bildgebung eingesetzte MR-Geräte aus dem Stand der Technik bekannt, bei welchen separate Sende- und Empfangsspulenordnungen vorgesehen sind. Die Sendespulenordnung dient dabei dazu, im Untersuchungsvolumen des MR-Gerätes Hochfrequenzfelder zu erzeugen, durch welche
15 Kernmagnetisierung im Untersuchungsvolumen angeregt wird. Die Empfangsspulenordnungen dienen dazu, MR-Signale aus dem Untersuchungsvolumen aufzunehmen. Die Empfangsspulenordnungen können entweder als Volumenspulen oder – zur Optimierung der Empfindlichkeit in bestimmten Bereichen des Untersuchungsvolumens – als Oberflächenspulen ausgebildet sein, die direkt auf den Körper eines im Unter-
20 suchungsvolumen des MR-Gerätes befindlichen Patienten aufgelegt werden. Derartige Empfangsspulen sind normalerweise mit entsprechend angepassten Kapazitäten verschaltet, so dass jeder Empfangsspule ein Resonanzkreis zugeordnet ist, dessen Resonanzfrequenz auf die Protonen-Resonanzfrequenz des MR-Gerätes abgestimmt ist. Zur Anregung der Kernmagnetisierung im Untersuchungsvolumen werden mittels der Sen-
25 despulenordnung üblicherweise Hochfrequenzpulse im Leistungsbereich von einigen Kilowatt eingestrahlt. Die Frequenz der Hochfrequenzpulse ist wiederum gleich der Resonanzfrequenz der den Empfangsspulen zugeordneten Resonanzkreise. Die Hochfrequenzpulse koppeln daher resonant in die empfangsseitigen Resonanzkreise des MR-Gerätes ein. Dies führt zu einem dazu, dass die Hochfrequenzenergie unerwünschter-

- weise zum Teil über die Empfangsspulenanordnung absorbiert wird. Zum anderen bewirkt die resonante Einkopplung unter Umständen eine starke Aufheizung oder gar eine irreversible Beschädigung der Empfangsspulenanordnung sowie der entsprechenden Resonanzkreise. Bei der Verwendung von Oberflächenspulen kann die resonante Auf-
- 5 heizung zu einem Verletzungsrisiko für den untersuchten Patienten führen, auf dessen Körper die Oberflächenspulen unmittelbar aufliegen. Problematisch ist außerdem, dass die empfangsseitigen Resonanzkreise üblicherweise mit empfindlichen Empfangsverstärkern verbunden sind, deren Eingangsstufen durch die im Sendebetrieb eingekoppelte Hochfrequenzenergie beschädigt werden können. Auf jeden Fall kommt es zu einer
- 10 starken Übersteuerung der Empfangsverstärker, so dass die gesamte Empfangselektronik des MR-Gerätes nach jeder Anregung mittels eines Hochfrequenzpulses eine unerwünscht lange Totzeit hat, bevor die empfangenen MR-Signale korrekt verarbeitet werden können.
- 15 Es ist bekannt, bei MR-Geräten, die separate Sende- und Empfangsspulenanordnungen haben, die empfangsseitigen Resonanzkreise während des Sendebetriebs gezielt zu verstimmen, so dass eine Einkopplung der Hochfrequenzpulse in die Empfangsspulen während des Sendebetriebs verhindert wird. Hierzu werden geeignete Schaltungsanordnungen vorgesehen, mittels welchen die empfangsseitigen Resonanzkreise jeweils zwischen
- 20 einem resonanten Betriebsmodus und einem nicht-resonanten Betriebsmodus hin- und hergeschaltet werden können. Dabei ist der resonante Betriebsmodus für den Empfangsbetrieb und der nicht-resonante Betriebsmodus für den Sendebetrieb des MR-Gerätes vorgesehen.
- 25 Eine Schaltungsanordnung der zuvor skizzierten Art ist beispielsweise aus der WO 01/74466 A1 bekannt. Die vorbekannte Schaltungsanordnung dient dazu, einen Resonanzkreis mit einer als Mikrospule ausgebildeten MR-Empfangsspule zwischen einem resonanten und einem nicht-resonanten Betriebsmodus hin- und herzuschalten. Dabei ist der gesamte Resonanzkreis an der Spitze eines interventionellen Instrumentes
- 30 angebracht. Die vorbekannte Schaltungsanordnung umfasst ein opto-elektronisches

Element, mittels welchem der Resonanzkreis verstimmt wird. Das Steuersignal, das die Verstimmung des Resonanzkreises bewirkt, ist bei der vorbekannten Schaltungsanordnung ein Lichtsignal, das dem opto-elektronischen Element über einen Lichtwellenleiter zugeführt wird.

5

Nachteilig ist bei dem aus dem Stand der Technik bekannten System vor allem, dass dem zwischen den verschiedenen Betriebsmodi hin- und herzuschaltenden Resonanzkreis das (optische) Steuersignal über eine eigens hierfür bestimmte Signalleitung zugeführt werden muss. Hierzu sind außer dem Lichtwellenleiter noch weitere opto-elektronische Komponenten erforderlich, die nicht zur Standardausrüstung üblicher MR-Geräte gehören. Als technisch einfachere Variante bestünde zwar die Möglichkeit, dem Resonanzkreis das Steuersignal zum Umschalten zwischen den verschiedenen Betriebsmodi als elektrisches Signal über herkömmliche elektrische Verbindungsdrähte zuzuführen. Hierbei besteht allerdings das Problem, dass geeignete elektrische Verbindungsdrähte, die den umzuschaltenden Resonanzkreis der MR-Empfangsspule mit der zentralen Steuereinheit des MR-Gerätes verbinden, mehrere Meter lang sein müssen. Derartig lange Drähte wirken wiederum als Empfangsantennen, in welche die Hochfrequenzpulse im Sendebetrieb einkoppeln. Auch hier können resonante Aufheizungsphänomene auftreten, die ein entsprechendes Verletzungsrisiko für den zu untersuchenden Patienten bedeuten.

20

Davon ausgehend ist es Aufgabe der Erfindung, eine Schaltungsanordnung für ein MR-Gerät zum Umschalten eines empfangsseitigen Resonanzkreises zwischen verschiedenen Betriebsmodi bereitzustellen, wobei die Schaltungsanordnung einfach und kostengünstig realisierbar und ohne jedes Verletzungsrisiko für den Patienten einsetzbar ist.

25

Diese Aufgabe löst die Erfindung durch eine Schaltungsanordnung gemäß Patentanspruch 1, wobei die elektronische Steuerungsschaltung mit einer Empfangseinrichtung zum drahtlosen Empfang eines hochfrequenten elektromagnetischen Steuersignals verbunden ist.

30

Durch die Verwendung eines hochfrequenten elektromagnetischen Steuersignals, d. h. eines Radiosignals, zur Ansteuerung des Resonanzkreises kann auf jedwede physikalische Verbindung des empfangsseitigen Resonanzkreises mit der zentralen Steuereinheit des MR-Gerätes verzichtet werden. Ein Verletzungsrisiko für den untersuchten Patienten besteht nicht, da er durch die hochfrequenten elektromagnetischen Steuersignale zum Umschalten des Resonanzkreises zumindest nicht mehr belastet wird als durch die Hochfrequenzfelder, denen er während des Sendebetriebs des MR-Gerätes ohnehin ausgesetzt ist. Die zum Umschalten des Resonanzkreises benötigte elektronische Steuerungsschaltung einschließlich der zugehörigen Empfangseinrichtung zum drahtlosen Empfang des Steuersignals können mit Standardkomponenten zu geringen Kosten realisiert werden. Insbesondere kann auf die aufwendige Opto-Elektronik, die bei dem aus der oben zitierten Druckschrift vorbekannten System erforderlich ist, verzichtet werden.

Eine besonders praktikable Variante der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung ergibt sich gemäß Patentanspruch 2 dadurch, dass die Empfangseinrichtung durch die MR-Empfangsspule selbst gebildet wird, wobei die Umschaltung des Resonanzkreises mittels der Steuerungsschaltung in Abhängigkeit von der Amplitude des an der MR-Empfangsspule anliegenden hochfrequenten Signals steuerbar ist. Mittels der Steuerungsschaltung wird dabei die an der MR-Empfangsspule anliegende Klemmenspannung detektiert, und bei Überschreiten einer vorgebbaren Umschaltsschwelle wird der Resonanzkreis der MR-Empfangsspule in den nicht-resonanten Betriebsmodus umgeschaltet. Wenn also im Sendebetrieb des MR-Gerätes ein Hochfrequenzpuls eingestrahlt wird, so koppelt dieser zunächst in die MR-Empfangsspule ein und bewirkt dadurch, dass die an der MR-Empfangsspule anliegende Klemmenspannung den Schwellenwert überschreitet. Daraufhin erfolgt das Umschalten in den nicht-resonanten Betriebsmodus, so dass der Resonanzkreis und die damit in Verbindung stehende Empfangselektronik geschützt ist.

Alternativ kann gemäß Patentanspruch 3 bei der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung die Empfangseinrichtung durch einen zusätzlichen Resonanzkreis gebildet werden, der auf eine andere Resonanzfrequenz abgestimmt ist als der durch die MR-Emp-

fangsspule und die zugehörige Kapazität gebildete Resonanzkreis. Zum Umschalten des Resonanzkreises der MR-Empfangsspule in den nicht-resonanten Betriebsmodus wird bei dieser Variante ein hochfrequentes elektromagnetisches Steuersignal gesendet, und zwar mit der Resonanzfrequenz des zusätzlichen Resonanzkreises, die von der MR-Resonanzfrequenz abweicht. Dabei kann das Steuersignal vorteilhafterweise eine sehr geringe Sendeleistung haben, die den Patienten in keiner Weise belastet. Falls mehrere unabhängige MR-Empfangsspulen mit zugehörigen Resonanzkreisen vorhanden sind, können diese entweder jeweils einen zusätzlichen Resonanzkreis aufweisen, der auf eine einzige gemeinsame Frequenz des Steuersignals abgestimmt ist, so dass sämtliche empfangsseitigen Resonanzkreise mit einem einzigen Steuersignal zwischen den verschiedenen Betriebsmodi umgeschaltet werden können. Alternativ kann jeder empfangsseitige Resonanzkreis einen zusätzlichen Resonanzkreis mit jeweils einer anderen Resonanzfrequenz aufweisen, so dass durch entsprechende Auswahl der Frequenz des Steuersignals gezielt einzelne empfangsseitige Resonanzkreise umgeschaltet werden können.

Der zusätzliche Resonanzkreis der zuletzt beschriebenen Variante der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung kann gemäß Patentanspruch 4 vorteilhaft mit einer Gleichrichterschaltung zur Erzeugung eines niederfrequenten Umschaltsignals verbunden sein. Mittels der Gleichrichterschaltung wird aus dem von dem zusätzlichen Resonanzkreis empfangenen hochfrequenten Steuersignal das niederfrequente Umschaltsignal erzeugt, das innerhalb der elektronischen Steuerungsschaltung der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung zum Umschalten zwischen den möglichen Betriebsmodi erforderlich ist. Gemäß dieser Variante ist vorteilhaft, dass die Energieversorgung für die Umschaltung von dem empfangenen elektromagnetischen Steuersignal selbst aufgebracht wird, so dass die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung gänzlich ohne eigene Energieversorgung und ohne aktive Schaltungskomponenten auskommt.

Eine vorteilhafte Weiterbildung der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung ergibt sich gemäß Patentanspruch 5, wobei die Steuerungsschaltung eine Verzögerungsschaltung umfasst, die derart ausgebildet ist, dass der durch die MR-Empfangsspule und die

zugehörige Kapazität gebildete Resonanzkreis bei Empfang des Steuersignals in einen aktivierten oder einen deaktivierten Betriebsmodus umgeschaltet wird und danach während eines Zeitintervalls vorgegebbarer Dauer in diesem Betriebsmodus verbleibt. Damit ist es möglich, beispielsweise kurz vor der Einstrahlung eines Hochfrequenz-

5 pulses im Sendebetrieb des MR-Gerätes das Steuersignal zu senden, um den Resonanzkreis der MR-Empfangsspule in den nicht-resonanten Betriebsmodus umzuschalten. Durch die Verzögerungsschaltung wird sichergestellt, dass der empfangsseitige Resonanzkreis in diesem deaktivierten Betriebsmodus während der Dauer des Sendebetriebs des MR-Gerätes verbleibt. Nach Beendigung des Sendebetriebs wird dann der

10 Resonanzkreis MR-Empfangsspule selbsttätig in den aktivierten, d. h. resonanten Betriebsmodus zurückgeschaltet. Alternativ kann die Schaltungsanordnung so ausgebildet sein, dass der Resonanzkreis mittels des Steuersignals kurz vor Beginn des Empfangsbetriebs aus dem für den Sendebetrieb vorgesehenen nicht-resonanten in den resonanten Betriebsmodus umgeschaltet wird und mittels der Verzögerungsschaltung

15 während des Empfangs der MR-Signale in diesem resonanten Betriebsmodus verbleibt.

Bei einer weiteren Realisierungsmöglichkeit der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung ist gemäß Patentanspruch 6 die Empfangseinrichtung zum Empfang von Funksignalen einer Funkfernsteuerung ausgebildet. Demgemäss können für die Realisierung der

20 Erfindung kommerzielle Funkfernsteuerungskomponenten eingesetzt werden.

Die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung kann für ein MR-Gerät gemäß Patentanspruch 7 eingesetzt werden.

25 Außerdem kann die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung bei einem MR-Verfahren zur Erzeugung eines Bildes eines Untersuchungsobjektes gemäß den Patentansprüchen 8 und 9 Verwendung finden, wobei das Bild aus MR-Signalen rekonstruiert wird, die aus dem Untersuchungsvolumen nach Einstrahlung eines Hochfrequenzpulses aufgenommen werden, und wobei der durch die MR-Empfangsspule und die zugehörige

30 Kapazität gebildete Resonanzkreis durch zusätzliche Erzeugung eines hochfrequenten

elektromagnetischen Steuersignals zwischen einem aktivierten und einem deaktivierten Betriebsmodus umgeschaltet wird, derart, dass der Resonanzkreis während der Einstrahlung des Hochfrequenzpulses im deaktivierten Betriebsmodus ist. Dabei kann, wie oben ausgeführt, das Steuersignal eine andere Frequenz haben als der Hochfrequenzpuls, und insbesondere kann das Steuersignal zeitlich vor oder nach dem Hochfrequenzpuls erzeugt werden, wenn die Steuerungsschaltung mit der oben beschriebenen Verzögerungsschaltung ausgerüstet ist.

- Das erfindungsgemäße Verfahren kann dem Benutzern von MR-Geräten gemäß Patentanspruch 10 in Form eines entsprechenden Computerprogramms zur Verfügung gestellt werden. Das Computerprogramm kann auf geeigneten Datenträgern, wie beispielsweise CD-Rom oder Diskette gespeichert sein, oder es kann über das Internet auf die Computereinheit des MR-Gerätes heruntergeladen werden.
- Die Erfindung wird im Folgenden anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Figuren näher erläutert.

Es zeigen:

Figur 1 MR-Gerät gemäß der Erfindung;

Figur 2 erfindungsgemäße Schaltungsanordnung.

- Die Fig. 1 zeigt ein erfindungsgemäßes MR-Gerät als Blockdiagramm. Das Gerät besteht aus einer Hauptfeldspule 1 zur Erzeugung eines homogenen, statischen Magnetfeldes in einem Untersuchungsvolumen, in welchem sich ein Patient 2 befindet. Das dargestellte MR-Gerät weist des Weiteren Gradientenspulen 3, 4 und 5 zur Erzeugung von Magnetfeldgradienten in unterschiedlichen Raumrichtungen innerhalb des Untersuchungsvolumens auf. Mittels einer Computereinheit 6, die über einen Gradientenverstärker 7 mit den Gradientenspulen 3, 4 und 5 verbunden ist, wird der zeitliche Verlauf der Magnetfeldgradienten innerhalb des Untersuchungsvolumens gesteuert. Zu dem

MR-Gerät gehört ferner eine Sendespule 8 zur Erzeugung von Hochfrequenzfeldern im Untersuchungsvolumen. Die Sendespule steht über einen Sendeverstärker 9 mit der Computereinheit 6 in Verbindung. Zur Aufnahme von MR-Signalen aus dem Untersuchungsvolumen dient eine MR-Empfangsspule 10, die Teil eines in der Fig. 1 nicht
5 näher dargestellten Resonanzkreises ist. Zum Umschalten des Resonanzkreises zwischen zwei oder mehr Betriebsmodi ist eine Steuerungsschaltung vorgesehen, die in der Fig. 1 durch einen Schalter 11 symbolisiert ist. Der Schalter 11 wird von einer Empfangseinrichtung 12 angesteuert, wobei die Empfangseinrichtung 12 zum drahtlosen Empfang eines hochfrequenten elektromagnetischen Steuersignals ausgebildet ist.
10 Zum Senden des Steuersignals dient eine Sendeeinheit 13, die ihrerseits mit der Computereinheit 6 in Verbindung steht. Alternativ kann zum Senden des Steuersignals auch die ohnehin vorhandene Sendespule 8 genutzt werden. Von der Computereinheit 6 wird mithin das Umschalten des Resonanzkreises zwischen den verschiedenen Betriebsmodi kontrolliert. Über den Schalter 11 steht die MR-Empfangsspule mit einer Empfangs-
15 einheit 14 in Verbindung, welche zur Verstärkung und zur Demodulation der aufgenommenen MR-Signale dient. Die so verarbeiteten MR-Signale werden an eine Rekonstruktions- und Visualisierungseinheit 15 übertragen. Ein aus dem MR-Signalen rekonstruiertes Bild kann mittels eines Bildschirms 16 dargestellt werden. Die Computereinheit 6 verfügt über eine Programmsteuerung, durch welche das oben
20 beschriebene MR-Verfahren auf dem MR-Gerät ausführbar ist.

Die in der Fig. 2 dargestellte Schaltungsanordnung umfasst einen Resonanzkreis, der durch eine MR-Empfangsspule L1 und eine Kapazität C1 gebildet wird. Zum Umschalten des Resonanzkreises zwischen zwei oder mehr Betriebsmodi ist ein elektronischer
25 Schalter S vorgesehen. In einem deaktivierten Betriebsmodus, in dem gemäß der Erfindung verhindert werden soll, dass Hochfrequenzstrahlung in den Resonanzkreis ein- koppelt, ist der elektronische Schalter S geöffnet. In diesem Betriebsmodus wird vor allem verhindert, dass ein empfindlicher Empfangsverstärker A beschädigt oder zumindest übersteuert wird. In einem aktivierten Betriebsmodus ist der Schalter S ge-
30 schlossen, so dass der durch die MR-Empfangsspule L1 und die zugehörige Kapa-

azität C1 gebildete Resonanzkreis resonant ist und MR-Signale empfangen werden können. Bei der in der Fig. 2 dargestellten Schaltungsanordnung ist ferner eine zusätzliche Empfangsspule L2 vorgesehen, die zusammen mit der Kapazität C1 einen zusätzlichen Resonanzkreis bildet, der auf eine andere Resonanzfrequenz abgestimmt ist als

5 der durch die MR-Empfangsspule L1 und die zugehörige Kapazität C1 gebildete Resonanzkreis. Dieser zusätzliche Resonanzkreis dient zum Empfang eines hochfrequenten elektromagnetischen Steuersignals, das eine andere Frequenz hat als die Frequenz der zu empfangenden MR-Signale. Das mittels des zusätzlichen Resonanzkreises empfangene Steuersignal fällt über einem Widerstand R1 ab und wird mittels

10 einer Diode D gleichgerichtet. Dadurch wird ein niederfrequentes Umschaltsignal zum Umschalten des Umschalters S erzeugt. Die Steuerungsschaltung umfasst des Weiteren eine Verzögerungsschaltung, die durch eine Kapazität C2 und einen Widerstand R2 gebildet wird. Durch das empfangene Steuersignal wird die Kapazität C2 aufgeladen. Die Entladung der Kapazität C2 erfolgt nach Beendigung der Einstrahlung des Steuersignals über den Widerstand R2. Die Kapazität C2 und der Widerstand R2 definieren

15 eine Zeitkonstante, so dass der durch die MR-Empfangsspule L1 und die zugehörige Kapazität C1 gebildete Resonanzkreis bei Empfang des hochfrequenten Steuersignals mittels des zusätzlichen Resonanzkreises zunächst in den deaktivierten Betriebsmodus umgeschaltet wird und danach während der durch die Zeitkonstante vorgegebenen

20 Dauer in diesem Betriebsmodus verbleibt, auch wenn das Steuersignal nicht mehr anliegt. Alternativ kann die in der Fig. 2 dargestellte Schaltungsanordnung so ausgebildet sein, dass durch das niederfrequente Umschaltsignal der Umschalter S geschlossen wird, so dass der durch die MR-Empfangsspule L1 und die zugehörige Kapazität C1 gebildete Resonanzkreis zum Empfang von MR-Signalen aus dem

25 deaktivierten in den aktivierten resonanten Betriebsmodus umgeschaltet wird und in diesem Betriebsmodus während des entsprechenden Zeitintervalls verbleibt.

PATENTANSPRÜCHE

1. Schaltungsanordnung für ein MR-Gerät, mit einem Resonanzkreis, der durch eine MR-Empfangsspule (L1) und eine Kapazität (C1) gebildet wird, und mit einer elektronischen Steuerungsschaltung (S) zum Umschalten des Resonanzkreises zwischen zwei oder mehr Betriebsmodi, wobei die elektronische Steuerungsschaltung (S) mit
5 einer Empfangseinrichtung (L2) zum drahtlosen Empfang eines hochfrequenten elektromagnetischen Steuersignals verbunden ist.
2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, wobei die Empfangseinrichtung durch die MR-Empfangsspule selbst gebildet wird und wobei die Umschaltung des Resonanz-
10 kreises mittels der Steuerungsschaltung in Abhängigkeit von der Amplitude des an der MR-Empfangsspule anliegenden hochfrequenten Signals steuerbar ist.
3. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, wobei die Empfangseinrichtung durch einen zusätzlichen Resonanzkreis gebildet wird, der auf eine andere Resonanzfrequenz
15 abgestimmt ist als der durch die MR-Empfangsspule und die zugehörige Kapazität gebildete Resonanzkreis.
4. Schaltungsanordnung nach Anspruch 3, wobei der zusätzliche Resonanzkreis mit einer Gleichrichterschaltung zur Erzeugung eines niederfrequenten Umschaltsignals
20 verbunden ist.
5. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Steuerungsschaltung eine Verzögerungsschaltung umfasst, die derart ausgebildet ist, dass der durch die MR-Empfangsspule und die zugehörige Kapazität gebildete Resonanzkreis bei
25 Empfang des Steuersignals in einen aktivierten oder deaktivierten Betriebsmodus umgeschaltet wird und danach während eines Zeitintervalls vorgegebbarer Dauer in diesem Betriebsmodus verbleibt.

6. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, wobei die Empfangseinrichtung zum Empfang von Funksignalen einer Funkfernsteuerung ausgebildet ist.

- 5 7. MR-Gerät mit einer Hauptfeldspule (1) zur Erzeugung eines im Wesentlichen homogenen, statischen Magnetfeldes in einem Untersuchungsvolumen, einer Sendespule (8) zur Erzeugung von Hochfrequenzfeldern im Untersuchungsvolumen, einer MR-Empfangsspule (10) zum Empfang von MR-Signalen aus dem Untersuchungsvolumen, einer Computereinheit (6) zur Steuerung des MR-Gerätes, und mit einer
10 Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6.

8. MR-Verfahren zur Erzeugung eines Bildes eines Untersuchungsobjektes unter Verwendung eines MR-Gerätes nach Anspruch 7, wobei das Bild aus MR-Signalen rekonstruiert wird, die aus dem Untersuchungsvolumen nach Einstrahlung eines Hochfrequenzpulses aufgenommen werden, und wobei der durch die MR-Empfangsspule (L1) und die zugehörige Kapazität (C1) gebildete Resonanzkreis durch
15 zusätzliche Erzeugung eines hochfrequenten elektromagnetischen Steuersignals zwischen einem aktivierten und einem deaktivierten Betriebsmodus umgeschaltet wird, derart, dass der Resonanzkreis während der Einstrahlung des Hochfrequenzpulses im
20 deaktivierten Betriebsmodus ist.

9. MR-Verfahren nach Anspruch 8, wobei das Steuersignal eine andere Frequenz hat als der Hochfrequenzpuls und wobei das Steuersignal zeitlich vor oder nach dem Hochfrequenzpuls erzeugt wird.

25

10. Computerprogramm für ein MR-Gerät nach Anspruch 7, wobei durch das Computerprogramm ein MR-Verfahren nach Anspruch 8 oder 9 auf der Computereinheit des MR-Gerätes implementiert wird.

ZUSAMMENFASSUNG**Schaltungsanordnung zum Verstimmen eines Resonanzkreises eines MR-Gerätes**

Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung für ein MR-Gerät, mit einem Resonanzkreis, der durch eine MR-Empfangsspule (L1) und eine Kapazität (C1) gebildet wird, und mit einer elektronischen Steuerungsschaltung (S) zum Umschalten des Resonanzkreises zwischen zwei oder mehr Betriebsmodi. Die Erfindung schlägt vor, dass die elektronische Steuerungsschaltung (S) mit einer Empfangseinrichtung (L2) zum drahtlosen Empfang eines hochfrequenten elektromagnetischen Steuersignals verbunden ist.

10

Fig. 2

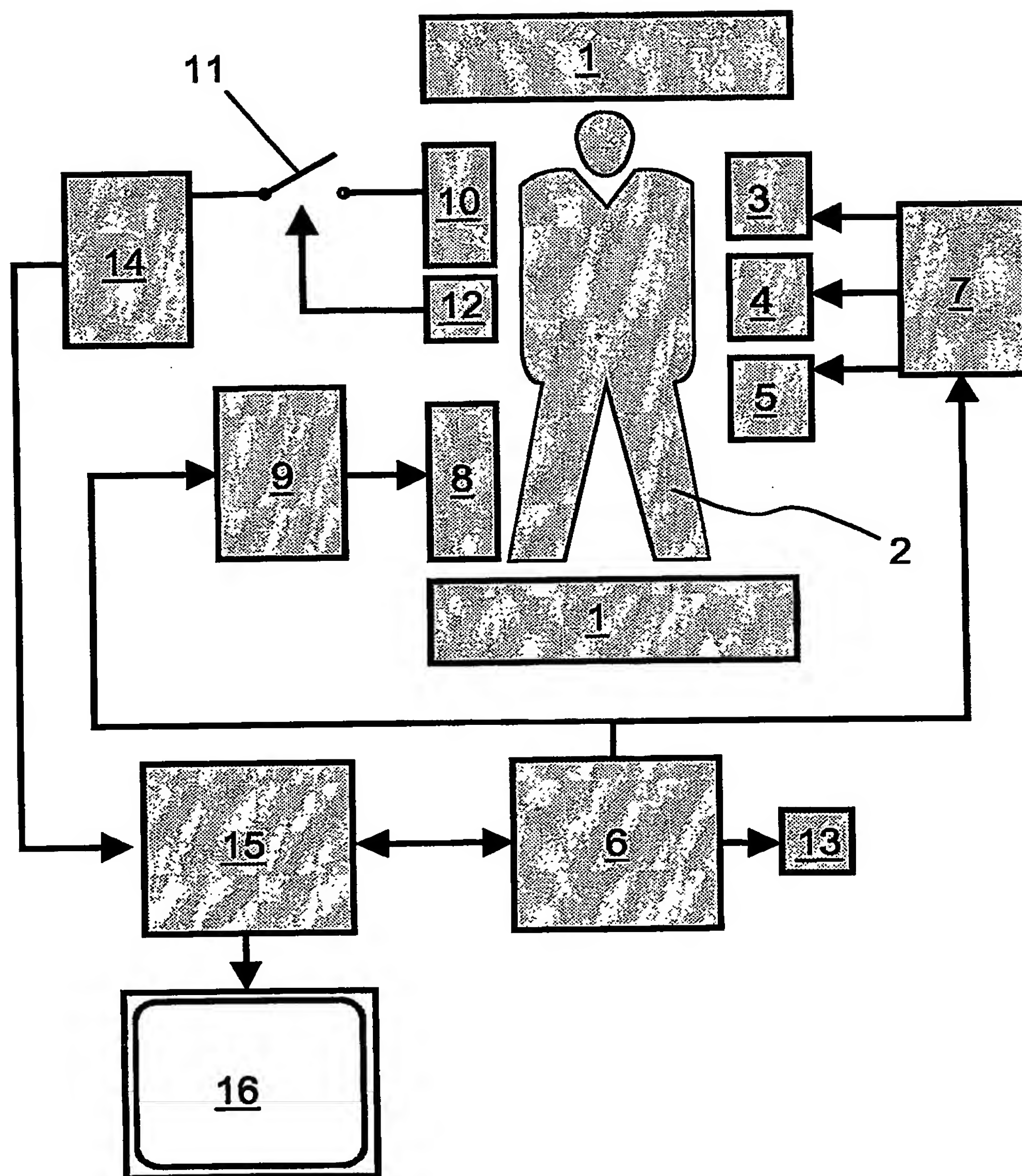


Fig. 1

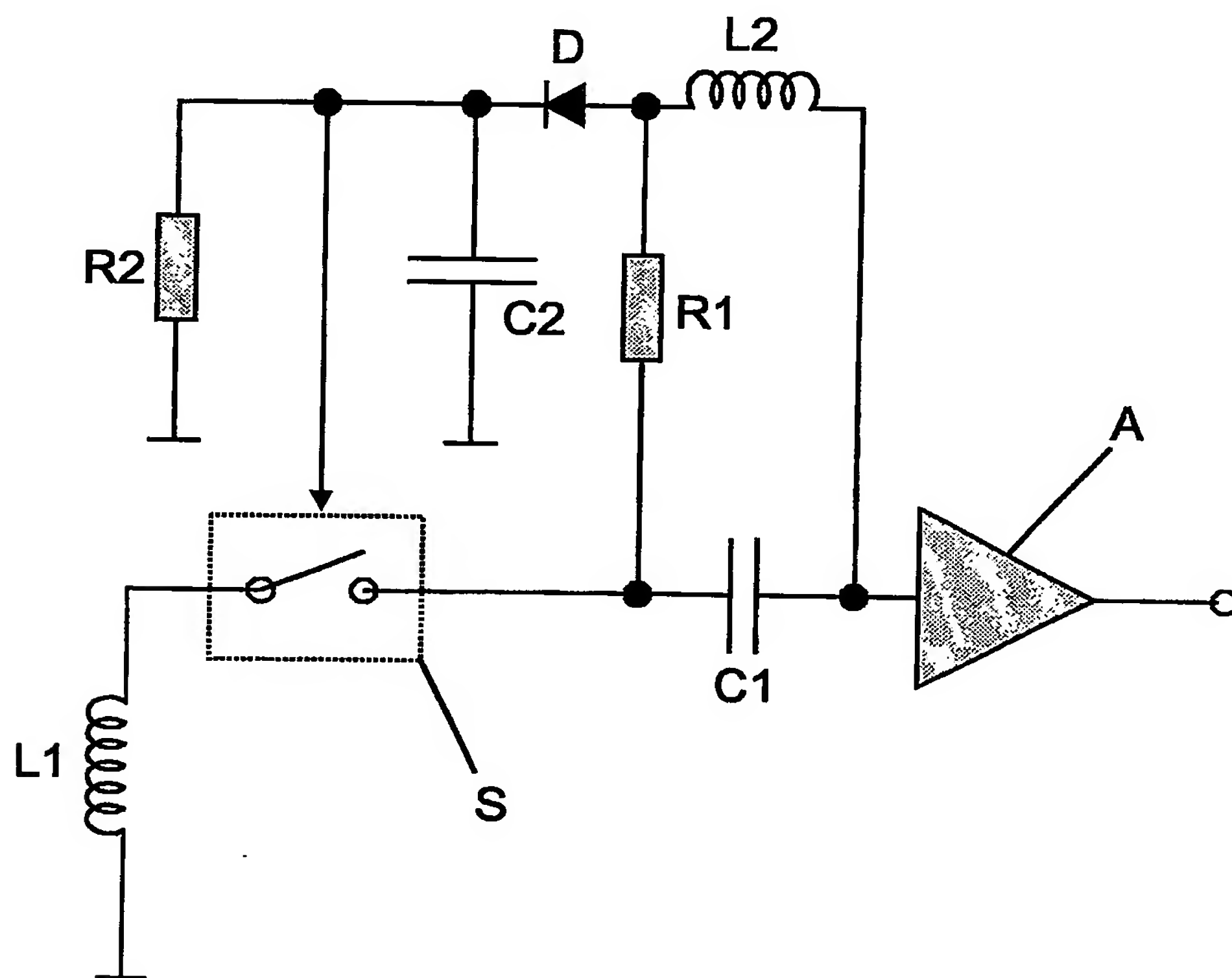


Fig. 2

This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning Operations and is not part of the Official Record.

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.